

# YVY

## TUTKIMUS 18

### **Bandsedimentator**

**yhdyskuntien vesi- ja ympäristöprojekti**

HELSINKI 1976



# YVY

08  
YVY Tutkimus

# TUTKIMUS 18

## Bandsedimentator

HANDELS- OCH INDUSTRIMINISTERIETS PROJEKT 6/425/74

ÅBO AKADEMI

ULF NYLUND

## yhdyskuntien vesi- ja ympäristöprojekti

HELSINKI 1976

KYRIIRI OY  
Luotsikatu 4, 00160 H:KI 16  
PAINO: 90-630 230  
MYyntI: 90-440 211/KIRJAKAUPPA  
RUNEBERGINK. 14—16  
(H:GIN KAUPPAKORKEAKOULU)  
00100 Helsinki 10

ISBN 951-9250-67-0  
ISSN 0355-1997

## FÖRORD

SVM-projektets mål, till den del som avser rening av avfallsvatten, är att öka effekten hos och säkerställa driften av de verksamma reningsanläggningarna genom att förbättra de mekaniska, biologiska och kemiska operationsenheterna och den apparatur som används vid dem. Även undersökningen Bandsedimentator för vattenrening har haft detta som mål. I samband med undersökningen kan man även tala om en helt ny reningsmetod.

Institutionen för anläggningsteknik vid Åbo Akademi föreslog i början av år 1974 för SVM-projektet finansiering av bandsedimentatorprojektet, som avsåg att utveckla en metod för effektivare avskiljning av fast material från vätskeströmmar. SVM-projektet förordade finansiering av undersökningen som produktutvecklingsprojekt. Undersökningens finansierades sedermera med handels- och industriministeriets produktutvecklingsmedel.

Bandsedimentatorprojektets syfte var att utveckla en metod för effektivare utnyttjande av en sedimenteringsbassäng genom att förse sedimenteringsbassängen med rörliga mellanbottnar samt effektivera sedimenteringen och flockningen genom användning av kemikalier och ytaktiva ämnen.

Undersökningen har utförts vid Åbo Akademis institution för anläggningsteknik, under professor Bertel Myreens ledning. DI Ulf Nylund har verkat som forskare. Finansiärens kontroll har utförts av DI Tapio Marimo från handels- och industriministeriet.

Undersökningen kan anses vara en förberedande klarläggning av bandsedimentatorns användningsmöjligheter och resultatet kan tillämpas vid en vidareutveckling av anläggningen och vid planering av fortsatta undersökningar.

Samhällenas vatten- och miljöprojekt

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD	I
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	II
SAMMANDRAG	IV
ENGLISH SUMMARY	V
 1. INLEDNING	 1
 2. RENINGSKEMIKALIER OCH FÖRSÖKSAPPARATUR	 2
2.1 Val av reningskemikalier	2
2.2 Försöksapparaturens uppbyggnad och funktionsprincip	2
 3. IGÅNGKÖRNING OCH TESTNING AV BANDSEDIMENTATORN	 6
3.1 Uppgörande av statistisk försöksplan för utrönande av olika variablers inverkan på reningsresultat och kapacitet	 8
3.2 Resultat av körningarna enligt den statistiska försöksplanen	9
3.2.1 Fasta partikelreduktionens ( $Y_1$ ) signifikanta beroende av $x_{1,2,3,4,5}$	10
3.2.2 Kapacitetens signifikanta beroende av $x_{2,3,5}$	13
3.3 Systematiska försök med sikte på en processoptimering	13
 4. KEMISK RENING AV RÅVATTEN OCH AVFALLSVATTEN MED BASE	 18
4.1 Rening av råvatten	18
4.1.1 Allmänt	18
4.1.2 Reningsresultat	18
4.1.3 Sammanfattning	19
4.2 Rening av kommunalt avfallsvatten	19
4.2.1 Allmänt	19
4.2.2 Reningsresultat vid körningar med Åbo stads avfallsvatten	20
4.2.3 Reningsresultat vid körningar med avfalls- vatten från Reso	22

4.2.4	Sammanfattning av körningarna med kommunalt avfallsvatten	23
4.3	Rening av pappersindustrins avfallsvatten	24
4.3.1	Rening av barkeriavfallsvatten	24
4.3.2	Rening av avfallsvatten från pappersbruk	27
4.3.3	Sammanfattning av körningarna med pappers- industriavfallsvatten	27
5.	SAMMANFATTNING AV BANDSEDIMENTATORFÖRSÖKEN OCH PRAKTISKA ANVÄNDNINGSMÖJLIGHETER FÖR EN APPARAT AV TYP BASE	31
6.	FÖRSLAG TILL APPARATIVA FÖRÄNDRINGAR OCH FORTSATT VERKSAMHET	33
	LITTERATURHÄNVISNINGAR	37





## SAMMANDRAG

Vid igångkörningen av bandsedimentatorprojektet år 1973 var huvudmålsättningen utvecklandet av effektiv, säker och snabb metod för avskiljning av fasta partiklar från vätskeströmmar. Tyngdpunkten i undersökningsprogrammet förlades i huvudsak till själva separeringsmetodiken och den för detta ändamål erforderliga apparaturen, dock med beaktande av de absoluta krav som fanns beträffande snabbhet, reningsgrad, slammets torrsubstanshalt, etc. Metoden baserar sig på en kombinerad flockning, sedimentering, klarvattenfiltrering och slamkompaktering i rektangulära med rörliga väggar försedda kanaler, med sikte på en eventuell kemikaliebehandling av den inkommande suspensionen och ett uttag av två strömmar, den ena representerande från fasta partiklar avskilt vatten och den andra det "kramtorra" slammet. De med den konstruerade pilot-planten erhållna resultaten vid kontinuerliga försök i kubikmeterskala vid körningar med råvatten, kommunalt avfallsvatten, barkeriavfallsvatten och avfallsvatten från pappersbruk var mycket positiva, varför åtgärder för fortsatt verksamhet omedelbart företogs. Praktiska tillämpningsmöjligheter för en bandsedimentator är alla slag av industriella och kommunala vattenreningsprocesser samt överlag alla processer där avsikten är att avskilja fasta partiklar från vätskeströmmar.

## SUMMARY

When the band sedimentator project was started in 1973, the main objective was to develop an effective, reliable and rapid method for the separation of solid particles from liquid flows. The main emphasis in the programme was laid on the separating methodology itself and on the apparatus required, however bearing in mind the absolute requirements set for rapidity, the degree of purification, the dry solid content of sludge etc.

The method is based on a combination of flocculation, sedimentation, clear water filtration and compaction of sludge in right angle channels with movable walls, taking into consideration the possibility of chemical treatment of the inflowing suspension and the output facilities required for two flows, one for water separated from solid particles and the other for the sludge "as dry as dust". The results that were obtained when treating raw water, municipal waste water, tanning plant effluent and paper mill effluent in amounts of cubic metres using a pilot plant specially constructed were very positive which caused that measures were taken immediately for a continuation of the work.

Practical applications for band sedimentator may be found in all kinds of industrial and municipal water purification processes and generally in all processes where the objective is to separate solid particles from liquid flows.

## 1. INLEDNING

När det gäller att förbättra konventionella renigsmetoder av i dag, bör man framför allt fästa stor uppmärksamhet vid själva sedimentationsprocessen. Ibrukttagande av lamell- och rörsedimentationsenheter får ses som exempel på dylika åtgärder. Med hjälp av ovannämnda processmodifikationer ökar bassängernas ytbelastning, dvs. uppehållstiden kan beroende på hur vattnet har förbehandlats, minskas inom vissa gränser. Det är skäl att i detta sammanhang framhålla den helt avgörande betydelse som förbehandlingen av vattnet har för uppehållstiden i sedimentationsenheten oberoende av vilken typs sedimentationsbassänger som användes.

Ifall man ytterligare vill reducera uppehållstiden i sedimentationsenheter, är man tvungen att frångå system som baserar sig på fri sedimentation mellan stillastående ytor eller plan och i stället koncentrera sig på att eliminera partikelretarderande gränsskikt och vertikala partialströmmar. Utgående från dessa grundideer konstruerades hösten 1973 en bandsedimentator (BASE), som under de preliminära körningarna visade sig fungera överraskande bra. Systematiska försök kunde i detta skede inte utföras på grund av bl.a. stora brister i apparatens automatik. I juni 1974 kopplades Handels- och industriministeriet in som finansiär för den fortsatta försöksverksamheten fram till maj 1975. På detta sätt erhöles medel för anskaffning av behövliga vatten- och doserpumpar samt pH- och nivåstyrningsautomatik.

Vid den fortsatta utvecklingen av apparaturen och senare i samband med de systematiska processundersökningarna har huvudmålsättningen varit att utveckla en effektiv, säker och snabb vattenreningsmetod, där vattnet har förbehandlats med kemikalier vid i tidigare sammanhang bestämda optimipunkter och där systemets "flaskhals", sedimentationsprocessen, så långt som möjligt eliminerats genom ibrukttagande av en bandsedimentator.

## 2. RENINGSKEMIKALIER OCH FÖRSÖKSAPPARATUR

### 2.1 Val av reningskemikalier

För att huvudparten av arbetsinsatsen skulle kunna förläggas till utvecklingen av själva sedimentationsapparaturen och för att den kemiska förbehandlingen skulle vara så känd som möjligt, användes i huvudsak de kemikalier och behandlingsmetoder som i tidigare sammanhang visat sig vara effektiva vid satsvis behandling av samma typers avfallsvatten /1/.

Som huvudkemikalie för alla avfallsvatten har i detta sammanhang använts "byggnadsfin kalk" (släckt kalk). Tilläggskemikalierna Finnferri (klorbehandlad  $\text{FeSO}_4$ -lösning) och Praestol 2935 (katjonisk polyelektrolyt på akrylamidbasis) användes också vid en del försök. Vid rening av bruksvatten har teknisk aluminiumsulfat använts. Tilläggskemikalie vid dessa försök var den på stärkelsebasis syntetiserade polyelektrolyten Vispofloc.

Kalken doserades till avfallsvattnet i form av en c. 10 % kalkmjölk. Finnferrin späddes ut i förhållandet 1 : 10 och polyelektrolyten förbehandlades enligt de av tillverkaren erhållna specifikationerna. Aluminiumsulfaten doserades till råvattnet i form av en c. 20 % lösning, medan en pH-reglering samtidigt utfördes med kalkmjölk. Vispoflock bereddes och doserades enligt anvisningar av tillverkaren och vattenverkets personal.

### 2.2 Försöksapparaturens uppbyggnad och funktionsprincip

BASE i den modifierade versionen (hösten 1974) bestod av fyra separata enheter: avfallsvattenbehållaren (bild 1), pump- och volymströmsmätningseenheten (bild 2), den egentliga sedimentationsdelen med föregående kemikaliebehandling och flockning (bild 3), styr- och registrerenheten (bild 4).

Avfallsvattenbehållaren ( $1,7 \text{ m}^3$ ) var placerad på Åbo Akademis gårds-

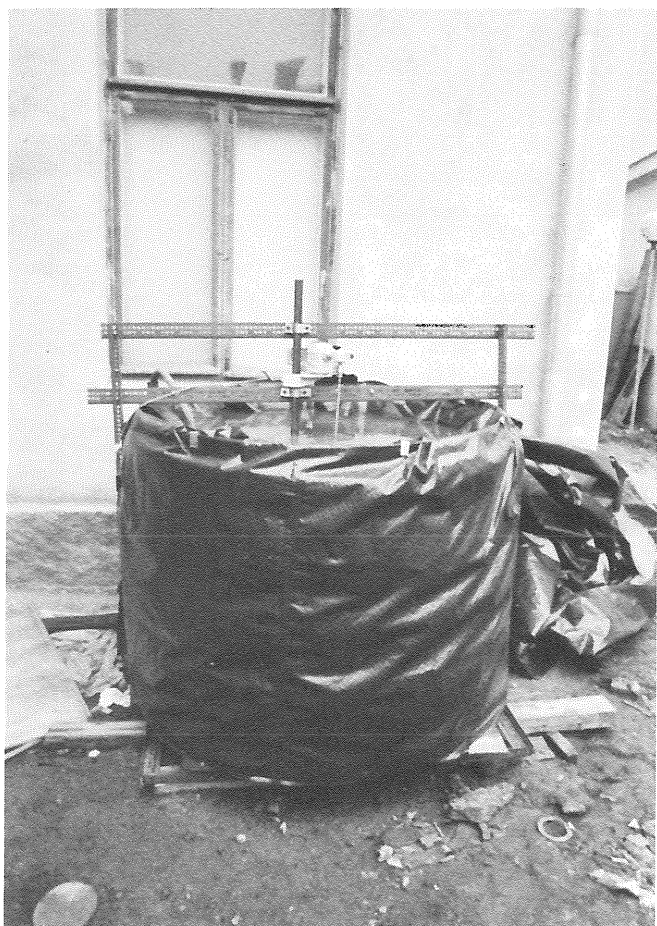


Bild 1. Avfallsvattenbe-  
hållaren ( $1,7 \text{ m}^3$ ) på gården  
utanför laboratoriet.

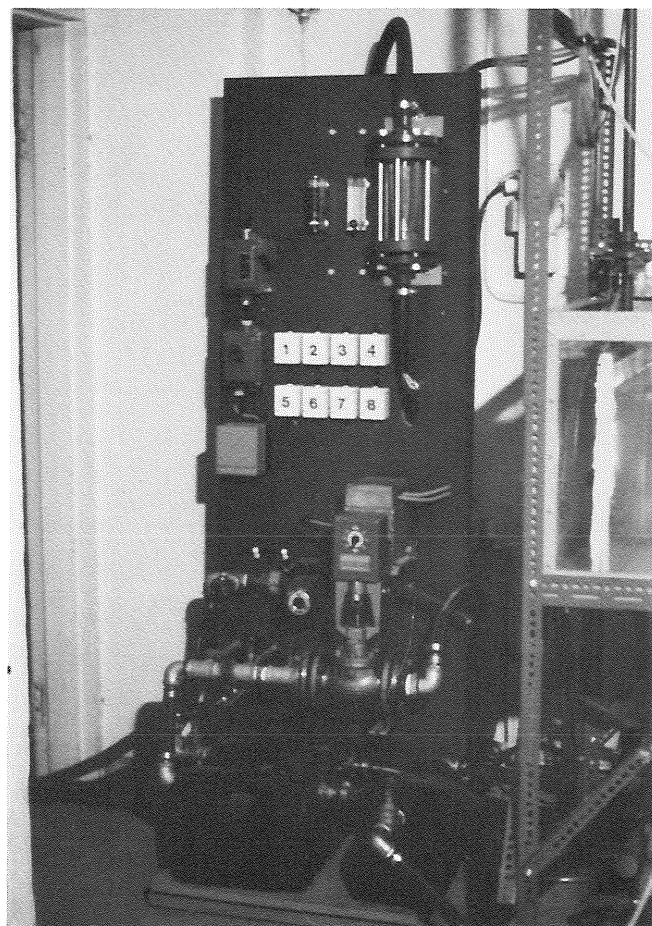


Bild 2. Den separata enheten  
för pumpar, reglerventiler,  
volymströmsmätningstrustning,  
m.m.

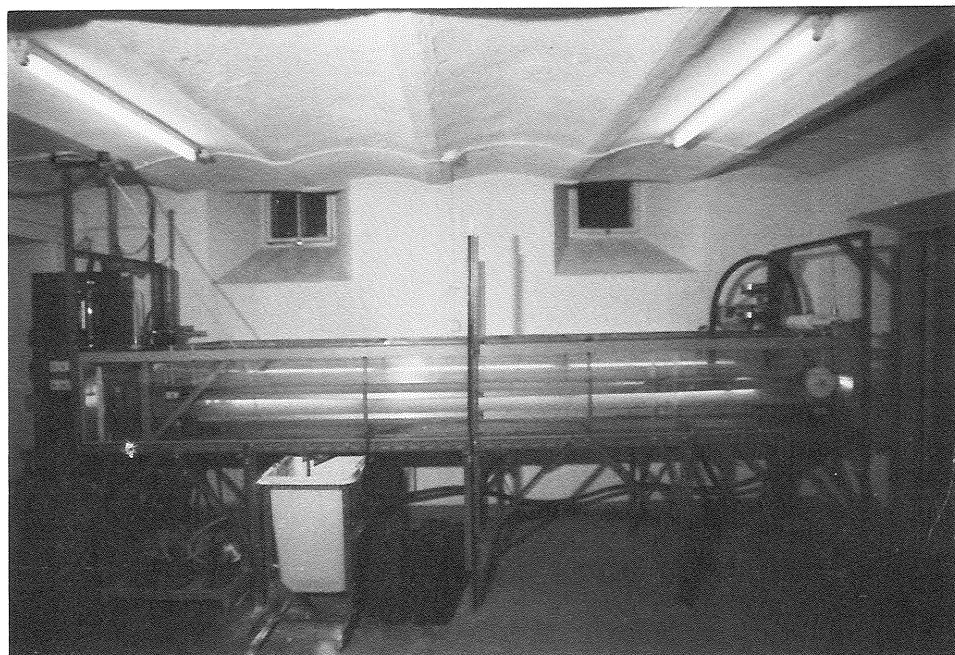


Bild 3. Bandsedimentatorns flocknings- och sedimentationsdel med kemikaliebehållare och doserpumpar (längd = 2,7 m höjd = 1,2 m)



Bild 4. Den separata enheten för styr- och reglerapparatur.

plan utanför AT-laboratoriet. Vatten transporterades till anläggningen med en 5 m<sup>3</sup> tankbil, vars tank ibland seriekopplades med ifrågavarande vattenbehållare för erhållande av en längre körtid med BASE. Denna möjlighet utnyttjades speciellt då vattnet hämtades från mera avlägset belägna orter.

I pump- och volymströmsmätningseenheten fanns alla pumpar, ventiler, rotametrar, etc. För vattenströmmarna användes 4 impulspumpar av typen Siemens Ar 1 300 2 "kotipumppu" samt en Högfors centrifugalpump. För kemikaliedoseringen användes till en början 3 Jabsco Al 1/4 - 200. Dessa visade sig emellertid inte vara speciellt lämpliga för ändamålet, varför de senare helt ersattes med 2 Cole - Parmer 7546 med separata parallellkopplade pumphuvuden. Motorventilen, med vilken den inkommande vattenströmmen reglerades, var av typ Honeywell kv 20 och rotametrarna (3 stycken) av Kytöläs fabrikat.

Styr- och reglerenheten bestod av Ulma-Elektros pH-reglerapparat pHT - 100 och pH C - 100 med tillbehör. pH-variationerna registrerades med hjälp av en VW-skrivare. Också nivåreglerutrustningen var av Ulma-Elektros fabrikat och av typen PID - 100 och POS - 110 med tillbehör. Differensen mellan "setvärdet" och den aktuella vätskenivån i apparaten registrerades alternativt med hjälp av en Honeywell- eller en VW-skrivare.

Fällnings-, flocknings- och sedimentationsdelens funktionsprincip framgår av bild 5 och närmare uppgifter angående mekaniska konstruktionsdetaljer fås från K. Lehtonens och B. Engströms diplomarbeten /2, 3/. Vattnet kommer in till den egentliga kemikalieomblandningseenheten A, efter det att kemikalier (kalk, järnsalter, aluminiumsulfat, polyelektrolyter) doserats till olika punkter i inloppsröret. I A sker den slutliga utjämningen av eventuella koncentrationsgradienter och en preliminär flockning.

I B sker den egentliga flockningen som ibland gjorts effektivare med hjälp av vertikala mellanväggar och långsam omröring. Från

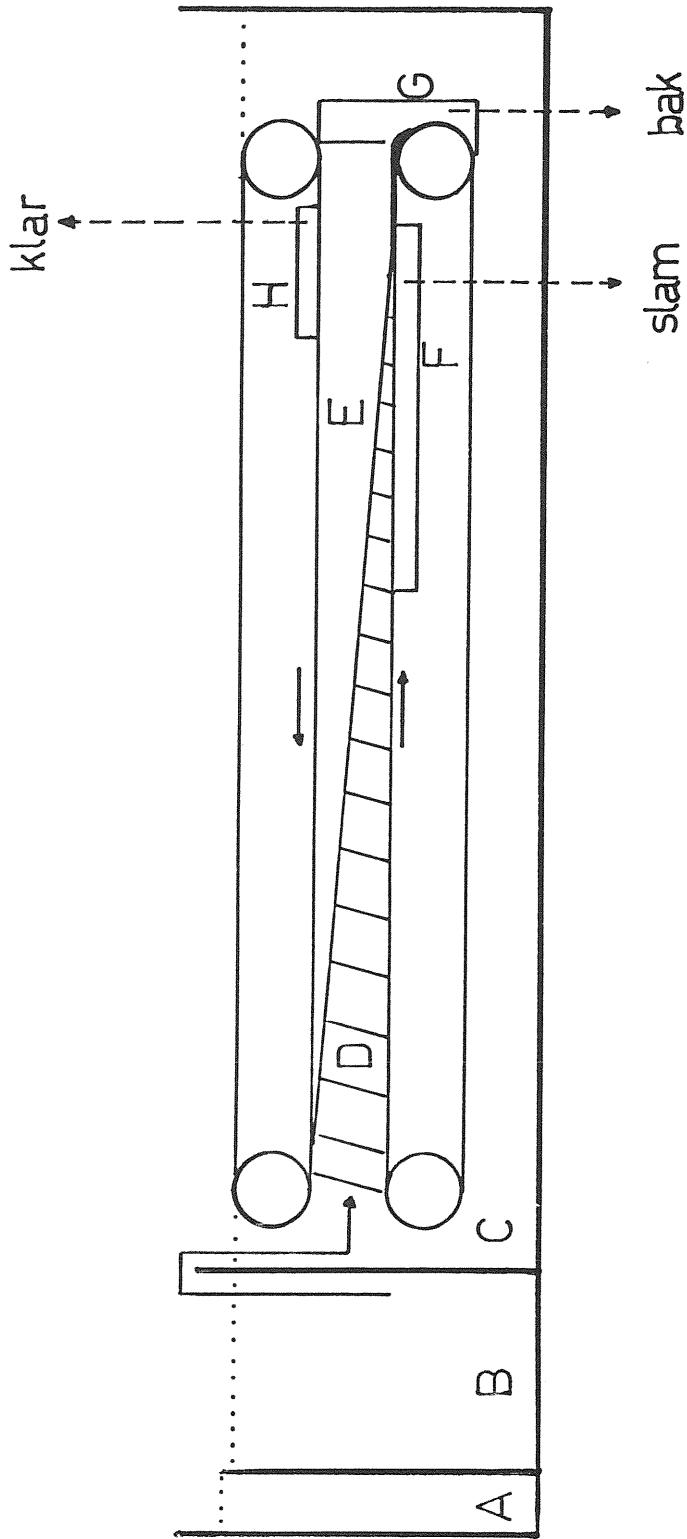


Bild 5. Bandsedimentatorns fällnings-, flocknings- och sedimentationsdel (SLAM = slamvatten som sugts genom undre viran, KLAR = renat, klart vatten som sugts genom övre viran, BAK = vatten som sugts ut tillsammans med det från undre viran avskrapade slammet).



flockningsenheten B leds det välflockade vattnet via en hävert över till den egentliga sedimentationsdelen och in mellan två ändlösa viror som roterar i de med pilarna angivna riktningarna. På den undre viran bildas härvid en slambädd D och ett klarvattenskikt E ovanför denna. Slambädden packas och koncentreras med hjälp av vattengenomsugning via suglådan F. Det koncentrerade slammet avskrapas och avlägsnas från sedimentationsenheten genom suglådan G. Det klara vattnet sugs ut genom den övre viraduken via suglådan H. Beträffande de utgående vattenströmmarna kan man säga att de från suglådorna H och F utkommande strömmarna är "rent" vatten med mycket låg halt av fasta partiklar, medan den från G kommande strömmen representerar den verkliga slamströmmen med en torrsubstanshalt på c. 1 %.

### 3. IGÅNGKÖRNING OCH TESTNING AV BANDSEDIMENTATORN

#### 3.1 Uppgörande av statistisk försöksplan för utrönande av olika variablers inverkan på reningsresultat och kapacitet

I samband med Lehtonens diplomarbete testades vissa delar av BASE relativt grundligt. Dylika saker var t.ex. framdrivningen av banden, pumpkapaciteter och strömningsprofilers utformning i sedimentationskanalen. Efter ibruktagande av reglerutrustningen för pH och vattennivå samt omändring av bl.a. kemikaliedosering och flockningsenhet var BASE s.g.s. en helt ny apparat. Därför kördes BASE, närmast i syfte att skaffa rutin och erfarenhet, vid c. 20 körningar med kranvatten. Efter dessa körningar var BASE i sådant skick, att systematiska försök väl kunde påbörjas.

En kort men maximalt uttömmande försöksserie för utrönande av vissa variablers inverkan på reningsgrad och kapacitet med hjälp av en Plackett - Burman faktorförsöksplan /4/ ansågs vara den i detta skede mest tilltalande utgångspunkten, eftersom variablernas antal var mycket stort och en teoretisk bearbetning av systemet för klarläggande av betydelsefulla variabler ställde sig utom räckhåll åtminstone i detta skede.

Ifall kvoten klarvattnets reningsgrad/% (= den fasta partikelreduktionen) betecknas med  $Y_1$  och klarvattenkapaciteten/l/min med  $Y_2$  ( $Y_1$  och  $Y_2$  är beroende variabler) samt:

$x_1$  = övre bandets hastighet/cm/min

$x_2$  = undre bandets hastighet/cm/min

$x_3$  = övre suglådans placering/cm (= avstånd från drivaxeln)

$x_4$  = snedställda band (1 = snedställda band, 0 = parallella band)

$x_5$  = bandavståndet (1 = 14 cm, 0 = 10 cm)

$x_6$  = skenbar variabel för erhållande av större antal frihetsgrader

$x_7$  = skenbar variabel för erhållande av större antal frihetsgrader

(Oberoende kvalitativa och kvantitativa variabler) kan följande samband uppställas:

$$Y_1, Y_2 = f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5)$$

Ifall man vill presentera den enkla lineära modellen av detta system i matematisk form gäller:

$$Y_1, Y_2 = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_5$$

För att utröna eventuella krökta samband och korsprodukter bör olika mera komplicerade matematiska modeller testas. Ekvationernas konstanter (b-koefficienter) beräknades på datorn Honeywell H - 316 med hjälp av lineär regressionsanalys utgående från de erhållna mätvärdena och en F-test utfördes för kontroll av regressionens signifikans /4/.

### 3.2 Resultat av körningarna enligt den statistiska försöksplanen

Utgående från en på datorn Honeywell H - 316 testad försöksplan (minimering av korrelationskoefficienterna för x-variablerna) utfördes 8 välförberedda och mycket noggranna försök med kranvatten som standardvattentyp och kalk + Finnferri som reningskemikalier. Kalkdoseringen bestämdes av det fixerade pH-värdet (11,2 - 11,7) och Finnferri doserades kontinuerligt till vattnet så att järnkoncentrationen hölls kring 50 mg/l. Alla kända variabler som ingick i systemet hölls konstanta. Y-värdena bestämdes för de olika kombinationerna av x-variablernas nivåer. Resultaten ges i tabell 1.

Med dessa resultat som grund kan koefficienterna i de bäst anpassade ekvationerna (jfr. 3.1) bestämmas och sambanden mellan  $Y_1$ ,  $Y_2$  och x-värdena kan kvantifieras och sammanställas.

Tabell 1. Försöksbetingelser och reningsresultat vid behandling av kranvatten med kalk och Finnferri.

Försök	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$Y_1$	$Y_2$
001	150.	125.	70.	0.	1.	0.	0.	91.9	53.
002	100.	150.	30.	1.	0.	0.	1.	96.9	50.
003	50.	100.	100.	0.	0.	1.	1.	89.0	22.
004	-10.	175.	50.	0.	1.	1.	1.	92.7	65.
005	10.	75.	30.	1.	1.	1.	0.	95.5	65.
006	-50.	50.	70.	1.	1.	0.	1.	95.6	40.
007	-100.	200.	100.	1.	0.	1.	0.	85.7	23.
008	-150.	10.	50.	0.	0.	0.	0.	71.4	16.
009	§								

3.2.1 Fasta partikelreduktionens ( $Y_1$ ) signifikanta beroende av  $x_{1,2,3,4,5}$

Regressionsekvation:  $Y_1 = 81,15 + 0,0720 \sqrt{x_2 x_3} - 0,0737 x_1 x_5 +$   
 $+5,235 x_4 + 6,843 x_5$

F-värde: 358 (95 % kritiskt värde = 14,64)

Randvillkor:  
 $-150 < x_1 < +150$   
 $10 < x_2 < 200$   
 $30 < x_3 < 100$

Signifikansgräns: 95 %

Resultatdiagram: Bild 6 och 7

Slutsatser: Av bilderna 6 och 7 framgår klart det större bandavståndets positiva inverkan på reningsgraden. Också snedställda band höjer signifikant reningsgraden, men

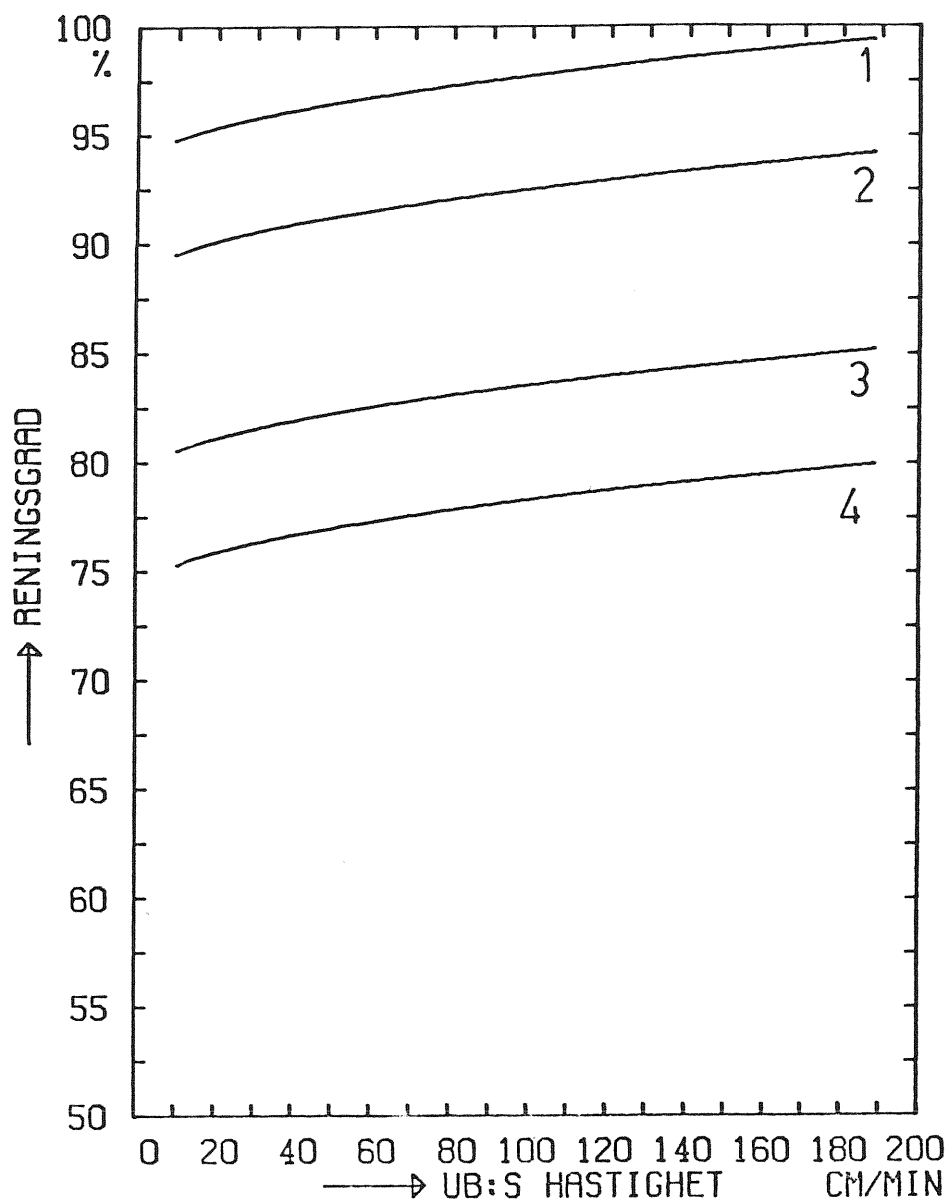


Bild 6. Reningsgradens beroende av det undre bandets hastighet med användande av följande parametrar för kurvorna:

- 1) = stort avstånd, snedställda band
- 2) = stort avstånd, parallella band
- 3) = litet avstånd, snedställda band
- 4) = litet avstånd, parallella band

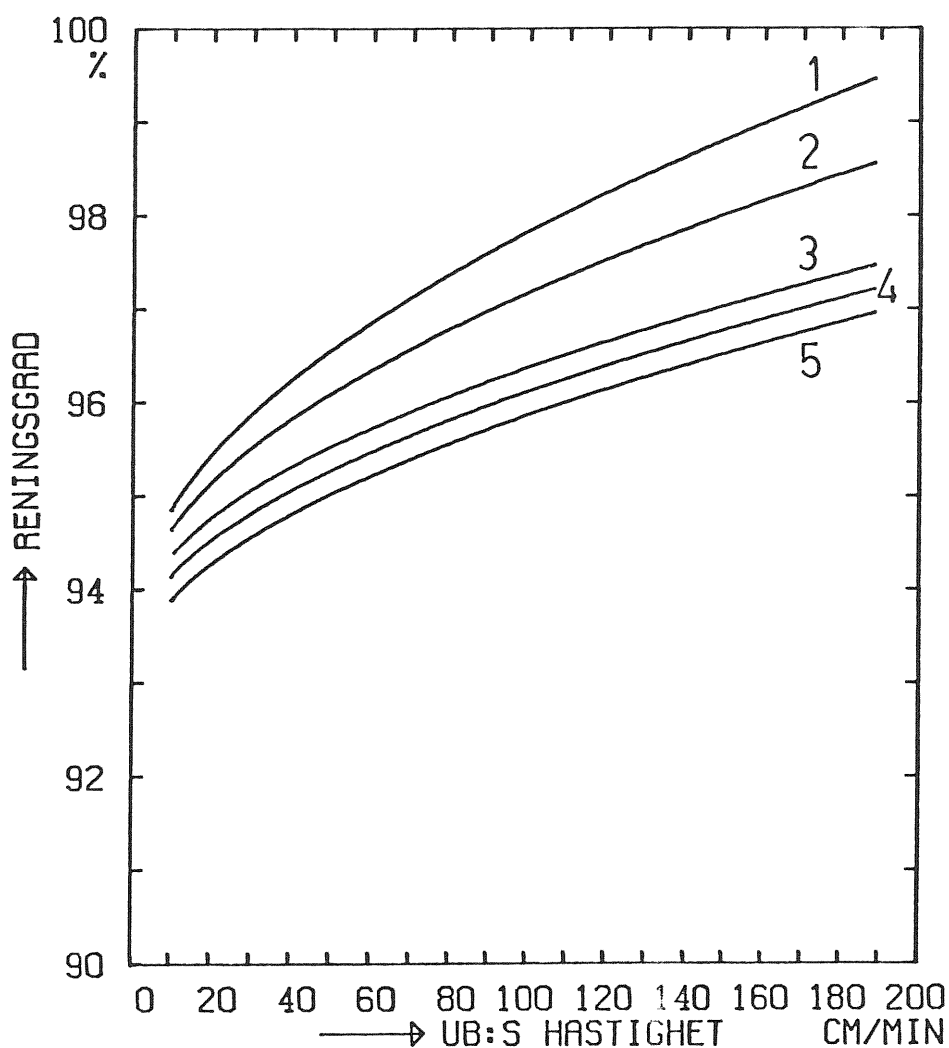


Bild 7. Reningsgradens beroende av det undre bandets hastighet med användande av stort bandavstånd och snedställda band samt följande icke konstanta parametrar för kurvorna:

- 1) = övre bandets hastighet - 150 cm/min, övre suglådan 90 cm från drivaxeln
- 2) = övre bandets hastighet - 150 cm/min, övre suglådan 65 cm från drivaxeln
- 3) = övre bandets hastighet - 150 cm/min, övre suglådan 40 cm från drivaxeln
- 4) = övre bandets hastighet = 0, suglådan 40 cm från axeln
- 5) = övre bandets hastighet + 150 cm /min, suglådan 40 cm från axeln

här är intervallet så pass litet (c. 5 %) att den praktiska betydelsen kan anses vara s.g.s. obefintlig. Av bild 7 framgår huru reningsgraden beror av övre suglådans placering samt övre och undre bandens hastigheter. I detta sammanhang måste man emellertid konstatera att totalvariationerna (c. 4 %) är så små och reningsgraden så hög (> 94 %) att dessa helt saknar praktisk betydelse.

### 3.2.2 Kapacitetens signifikanta beroende av $x_{2,3,5}$

Regressionsekvation: 
$$Y_2 = 52,93 + 2,471 \sqrt{x_2} - 6,097 \sqrt{x_3} + 22,66 x_5$$

F-värde: 65,9 (95 % kritiskt värde = 7,62)

Randvillkor:

$$\begin{aligned} 10 < x_2 < 200 \\ 30 < x_3 < 100 \\ -150 < x_1 < +150 \end{aligned}$$

Signifikansgräns: 95 %

Resultatdiagram: Bild 8 och 9

Slutsatser: Av bild 8 framgår huru kapaciteten påverkas positivt av det större bandavståndet och bild 9 visar huru kapaciteten förbättras ifall suglådan placeras närmare drivaxeln vid körningar med stort bandavstånd.

### 3.3 Systematiska försök med sikte på en processoptimering

Försöken att optimera processen kan nu följas upp och vidareutvecklas på en något säkrare grund utgående från de statistiskt behandlade försöksresultaten. Kranvatten användes i detta skede fortfarande som "råmaterial" för reningsprocessen av praktiska skäl och på grund av

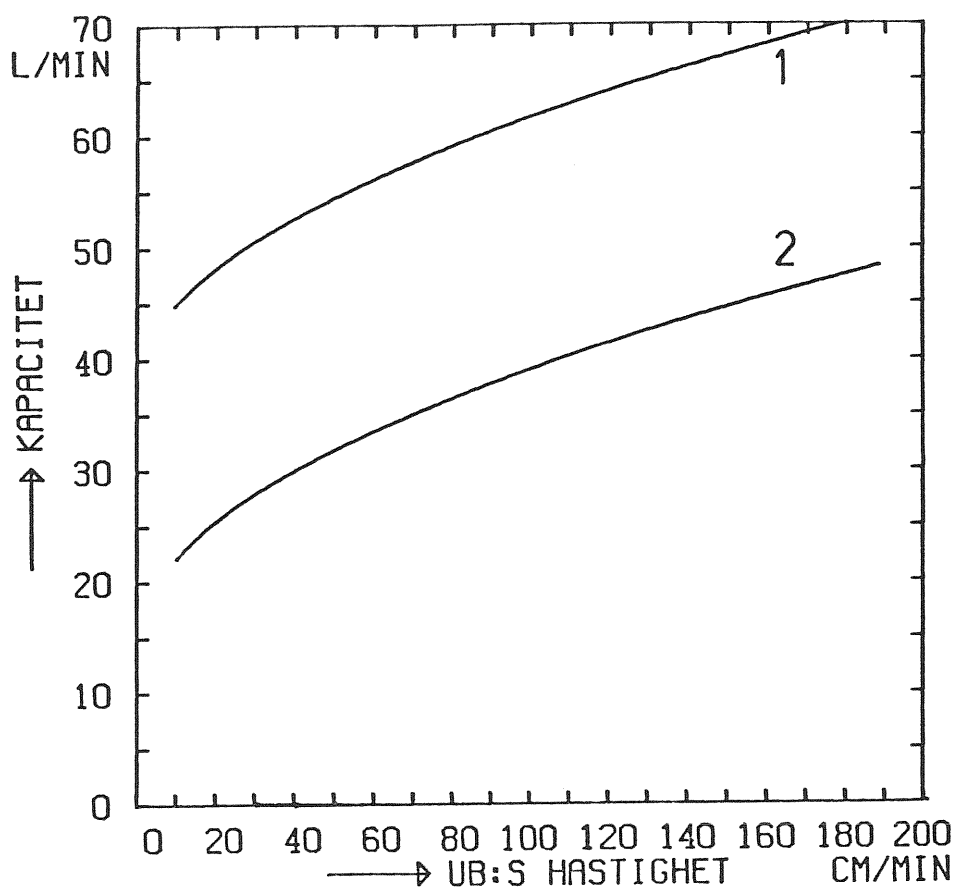


Bild 8. Kapacitetens beroende av det undre bandets hastighet med användande av följande parametrar:

- 1) = stort bandavstånd, suglådan på 40 cm avstånd från drivaxeln
- 2) = litet bandavstånd, suglådan på 40 cm avstånd från drivaxeln



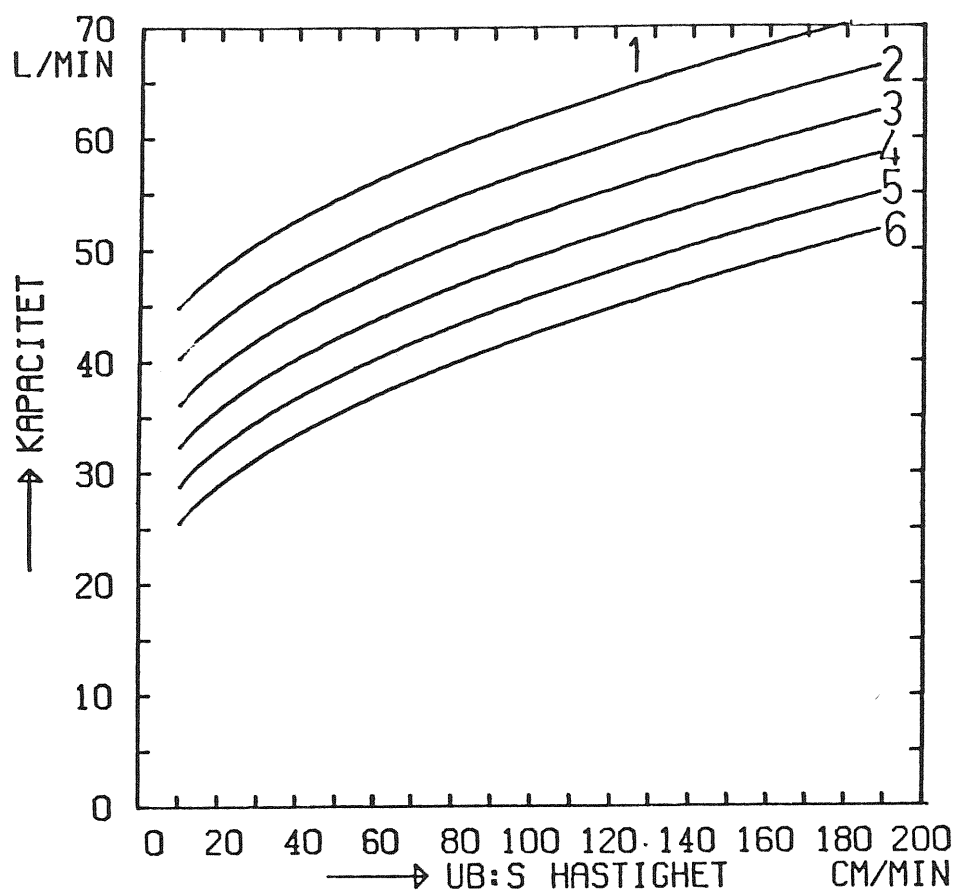


Bild 9. Kapacitetens beroende av det undre bandets hastighet med användande av följande parametrar:

- 1) = suglådan 40 cm från axeln, stort avstånd
- 2) = suglådan 50 cm från axeln, stort avstånd
- 3) = suglådan 60 cm från axeln, stort avstånd
- 4) = suglådan 70 cm från axeln, stort avstånd
- 5) = suglådan 80 cm från axeln, stort avstånd
- 6) = suglådan 90 cm från axeln, stort avstånd

att körningarna i detta skede ännu var mycket långa (5 - 6 h). Som reningskemikalier fungerade fortfarande kalk, Finnferrri och ibland polyelektrolyter.

Vid de statistiska körningarna hölls alla volymströmmar konstanta, eftersom dessa inte upptagits i x-variabellistan på grund av att andra variabler i detta skede ansågs vara mera intressanta. Nu, när de i 3.2 behandlade variablernas beroende i det givna systemet utretts, blir emellertid frågan om t.ex. volymströmmarna på nytt aktuell, eftersom de statistiskt behandlade variablerna i detta skede redan beaktats genom bl.a. förändringar i konstruktionen, inställningar av bandhastigheter, bandavstånd, etc.

Det visade sig redan i detta skede att slamvattenkapaciteten (bild 4, strömmen från F) inte kunde höjas över 10 l/min utan risk för att det undre bandet skulle sugas fast i sugkådan och därmed stanna. Trots att flera olika konstruktionsförändringar prövades, kunde denna olägenhet inte elimineras. I detta sammanhang kan vidare nämnas, att det med hjälp av den undre viran och slambädden filttrade vattnet var "klart" vid alla försök och alltså i princip kan betraktas som "klarvatten".

Bakvattenmängden (bild 4, strömmen från G) kunde utan driftstörningar minskas till c. 5 l/min efter vissa modifikationer av den bakre suglådan G.

Följande optimala volymströmmar kunde alltså slås fast för BASE:

TOTALKAPACITET	= c. 60 l/min	
KLARVATTEN	= c. 45 l/min	(75 % av totalkapaciteten)
SLAMVATTEN	= c. 10 l/min	(17 % av totalkapaciteten)
BAKVATTEN	= c. 5 l/min	( 8 % av totalkapaciteten)

Det är skäl att understryka, att dessa resultat inte får generaliseras, utan måste betraktas som gällande specifikt för BASE. Slamvattenmängden kan säkerligen ökas, ifall slamvattenlådan omkonstrue-

ras. Detta lät sig emellertid inte göras inom ramen för detta projekt. Likaså skulle en större råvattenpump ha höjt kapaciteten betydligt, men målsättningen för ifrågavarande arbete ansågs inte vara att eftersträva något sådant optimum. Dessa frågor bör emellertid utan vidare beaktas vid det fortsatta planerings- och utvecklingsarbetet (jfr. kap. 6).

Vid alla ovanstående försök hade som huvudkemikalier använts kalk, Finnferri och ibland polyelektrolyter. För att utreda möjligheterna att använda också t.ex. aluminiumsulfat, framför allt med tanke på rening av bruksvatten, gjordes förfrågningar på Åbo stads vattenreningsverk angående de kemikaliebehandlingsmetoder, som verket använder. Utgående från dessa erfarenheter gjordes försök att sedimentera aluminiumhydroxidflock (150 mg aluminiumsulfat/l) vid pH 5,7 - 7,0 med hjälp av BASE. Som tilläggskemikalie användes Vispofloc (1 mg/l). Härvid kunde man konstatera, att driftsförhållandena i stort sett var de samma som vid användning av kalk, men totalkapaciteten kunde ej höjas över c. 45 l/min.

#### 4. KEMISK RENING AV RÅVATTEN OCH AVFALLSVATTEN MED BASE

##### 4.1 Rening av råvatten

###### 4.1.1 Allmänt

Vid försöken att rena råvatten med BASE användes vatten från Åbo stads råvattenreservoar vid bruksvattenreningsverket i Hallis. Såsom redan nämnts i 3.3 visade sig de av vattenverket rekommenderade metoderna vara rätt effektiva, varför samma metoder också kom till användning vid följande försöksserie. Vissa förändringar gjordes på BASE med anledning av övergången från kalk till aluminiumsulfat som baskemikalie. För att stabilisera flockningsförloppet förändrades bl.a. den automatiska pH-regleringen till en helt manuell motsvarighet med hjälp av en peristaltisk pump (jfr. 2.2). På detta sätt lyckades man minska pH-variationerna från 5,7 - 7,0 till 5,8 - 6,2, vilket visade sig ha en positiv inverkan på flockningsförloppet. Samtidigt insattes också en extra mellanvägg i flockningsenheten.

###### 4.1.2 Reningsresultat

Den första försöksserien (6 körningar) visade att polyelektrolyter i någon mån förbättrade sedimentationsförloppet. Ifall 100 mg aluminiumsulfat/l och 1 mg Vispoflock/l doserades till vattnet uppnåddes optimala sedimentationsförhållanden. Alla volymströmmar hölls konstanta vid dessa försök och totalbelastningen var 30 l/min. Det inkommande vattnets FP varierade mellan c. 25 och 34 mg/l. Motsvarande utgående klarvattens FP var c. 23 - 40 mg/l. Det inkommande vattnets  $\text{KMnO}_4$  varierade mellan c. 62 och 69 mg/l och det renade klarvattnets  $\text{KMnO}_4$  mellan 19 och 43.

Följande försöksserie omfattande 5 körningar klarlade volymströmmarnas variationsmöjligheter med bibehållen optimal kemikaliedosering. Resultaten var i stort sett de samma som vid försöken i 3.3 och vid de ovan relaterade 6 första körningarna. Totalbelastningen kunde med bibehållen reningsgrad höjas till max. 53 l/min.

#### 4.1.3 Sammanfattning

Ovanstående reningsresultat verkar vara rätt så dåliga speciellt vad t.ex. FP-reduktionen beträffar. I detta sammanhang bör emellertid påpekas, att det inkommande vattnets halt av "verkliga" fasta partiklar var mycket liten i januari 1975, då dessa körningar gjordes. Det fanns emellertid gott om mycket små kolloidala partiklar i vattnet, som ej sedimenterade utan tillsats av kemikalier. Det inkommande vattnet var därför grumligt, medan det utgående renade vattnet var klart. Dessa kolloidala partiklars avlägsnande gav emellertid inte upphov till någon större FP-reduktion.  $\text{KMnO}_4$ -reduktionen återspeglade emellertid detta förhållande bättre. Denna var i medeltal 60 - 65 % vid alla försök, vilket är ganska "normalt" vid kemiska reningsprocesser.

#### 4.2 Rening av kommunalt avfallsvatten

##### 4.2.1 Allmänt

Vid rening av kommunalt avfallsvatten togs provvattnet från Åbo stads Centralreningsverk (försedimenterat vatten) och från avfallsvattenreningsstationen i Reso (inkommande endast grovmekaniskt renat vatten). Dessa vatten visade sig vara mycket olika till sin karaktär, vilket också betydde att reningsprocessen i viss mån måste modifieras. Åbo stads avfallsvatten var känt från andra sammanhang /1/ och en summarisk förundersökning i liten skala (satsvis) visade, att de tidigare använda metoderna (kalk + Finnferri + polyelektrolyter) väl också nu skulle kunna utnyttjas. Reso-avfallsvattnet däremot bestod till största delen (70 - 80 %) av avfallsvatten från Raisio tehta, vilket satte sin särprägel på detsamma. Det visade sig bl.a. att vattnet var mycket lättfloterat. Flotationseffekter kom också i någon mån att störa sedimentationsförloppet vid de första körningarna med detta avfallsvatten. Först efter det att s.g.s. all luftinblandning under själva reningsprocessen eliminerats, kunde dessa störande flotationseffekter avvärjas. Å andra sidan

resulterade ett par försök att flotera detta vatten (i BASE) i en tidvis praktiskt taget fullständig flotation, som på grund av luftningsprocessens primitiva karaktär dock inte kunde upprätthållas under längre tidsperioder. Luft inblåstes nämligen vid dessa försök med hjälp av en kompressor (10 - 50 l/min) via ett kristallplaströr. Detta visade sig emellertid inte dispergera luften effektivt vid större volymströmmar. Små luftströmmar räckte alltså inte till och stora luftströmmar kunde ej utnyttjas.

#### 4.2.2 Reningsresultat vid körningar med Åbo stads avfallsvatten

Första försöksserien syftade till att klarlägga totalbelastningens inverkan på reningsresultatet vad fosfor (P) och kemisk syreförbrukning (KS) beträffar (bild 10). Kemikaliebehandlingsmetoden var den enligt tidigare erfarenheter optimala behandlingen med kalk (pH = 11,0 - 11,5, motsvarande en förbrukning på c. 200 - 300 g/m<sup>3</sup> avfallsvatten) och Finnferri (c. 20 mg Fe/l). Den fasta partikelreduktionen har i detta sammanhang inte alls beaktats, ty det inkommande vattnets FP-halt var under praktiskt taget alla försöksserier av storleksordningen 100 mg/l. Detta berodde bl.a. på att en grovsilning (håldiameter c. 1,5 mm) av pumptekniska skäl alltid måste utföras innan vattnet togs i till BASE. Prov av det inkommande vattnet togs därför av det på nämnda sätt mekaniskt behandlade vattnet, för att en riktig bild av reningseffekten skulle fås.

Resultaten i bild 5 får sin kvantitativa förklaring sålunda, att P-reduktionen inte påverkas av belastningen på grund av att P-utfällningen är mycket snabb och flocken relativt stor och tung. N-reduktionen minskar naturligtvis med kortare uppehållstider, eftersom NH<sub>3</sub>-avdrivningen i förbehandlingsstegen minskar med uppehållstidsminskningen. KS-reduktionens minskning med totalbelastningsökningen förklaras å sin sida av det faktum, att de kolloidala och halv-kolloidala partiklarna vid högre belastningar först drivs ut ur flocken. Dessa kan av mekaniska skäl inte separeras av den övre viran. Detta påstående bestyrks ytterligare av klarvattnets

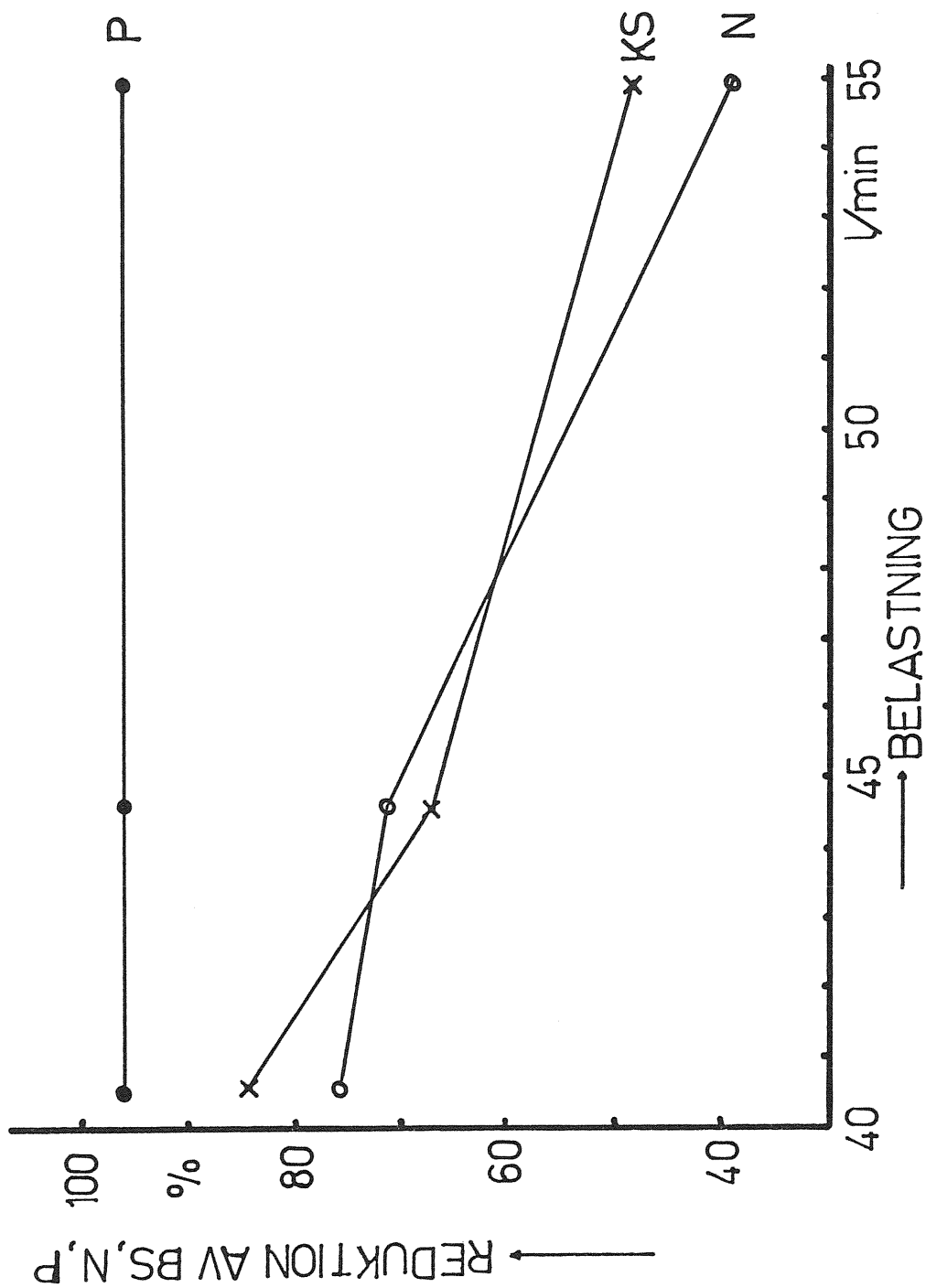


Bild 10. P-, N- och KS-reduktionen vid jämförelse av utgående renat klarvatten från BASE och inkommande mekaniskt behandlat kommunalt (Åbo) avfallsvatten, då detta behandlats med kalk och Finfferri vid olika kapaciteter (55 l/min = max. tillbudsstående pumpeffekt).

FP-analys, som visade en stigande tendens (från 78 till 150 mg/l) i ifrågavarande intervall. Detta missförhållande kan emellertid elimineras t.ex. genom omkonstruktion av suglådorna, vilket dock i detta skede ej var aktuellt.

Följande försöksserie syftade till att klarlägga behovet av järnsalter och eventuella möjligheter till processförbättringar genom tillsats av polyelektrolyter. På grund av att det inkommande vattnet under försöksperioden (februari 1975) var rätt utspätt och föroreningshalterna fortsättningsvis under det "normala" var vattnets jonstyrka för låg för uppnående av optimala sedimentationsförhållanden. Denna olägenhet visade sig bäst kunna elimineras genom dosering av 20 - 30 mg Fe/l avfallsvatten. Ett ibruktagande av polyelektrolyten Praestol 2935 (1 mg/l) gav inga markant förbättrade reduktionsprocenter, men belastningen av BASE skulle avsevärt ha kunnat ökas vid dessa körningar. FP-halten i bakvattnet (bild 4, G) ökade vid användningen av polyelektrolyter från c. 3 till 5 g/l. Detta slam kunde vidare genom eftersedimentering förtjockas till c. 15 g/l på ungefär 5 minuter.

Belastningen vid ovanstående försök kunde inte höjas över 55 l/min av pumptekniska skäl. Detta motsvarar en medeluppehållstid i processen på c. 7 minuter. Ungefär 5 l/min togs i fortfarighetstillstånd ut som bakvatten och slamvattenmängden kunde av tidigare nämnd orsak ej höjas över 10 l/min.

Försök med snedställda band (jfr. 3.2) visade att reningsresultatet i stort sett blev oförändrat, men medeluppehållstiden i sedimentationsdelen kunde på detta sätt ökas med ett par minuter.

#### 4.2.3 Reningsresultat vid körningar med avfallsvatten från Reso

På grund av Reso-vattnens speciella karaktär gjordes först några orienterande försök (jfr. 4.2.1) för bestämning av lämpliga sedimentationsförhållanden. Det visade sig att ungefär samma vattenmängder och delströmmar här kunde tas ut som vid körning med Åbo stads av-



fallsvatten. Reningsresultatet var vid dessa körningar överlag bättre än Åbo-vattenkörningarna på grund av den bildade flockens täta, lättsedimenterbara och lättavvattningsbara egenskaper.

Ett exempel på reningsresultat vid rening av Reso-avfallsvatten vid lågt pH ges i tabell 2. Liknande resultat erhöles vid körningar med pH = 11,5. I dessa fall kunde naturligtvis Finnferri-doseringen minskas till 10 - 20 mg/l och behovet av polyelektrolyter var ännu mindre än vid pH c. 9.

Tabell 2. Rening av Reso stads avfallvatten (55 l/min) med kalk, Finnferri och polyelektrolyter vid pH = 9,3 med BASE (reduktionsprocenterna för utgående strömmar ges inom parentes).

KEMIKALIER		kalk = 60 mg/l Finnferri = 150 mg Fe/l Praestol = 1 mg/l	
ANALYSER	INKOMMANDE	UTGÅENDE KLARVATTEN	UTGÅENDE SLAM- VATTEN
pH	8,7	9,3	9,3
tot P (mg/l)	8,3	0,22 (97 %)	0,37 (96 %)
NH <sub>3</sub> (mg/l)	31,0	2,4 (92 %)	11,5 (63 %)
KMnO <sub>4</sub> (mg/l)	164	22,5 (86 %)	43,0 (74 %)
FP (mg/l)	130	60,0 (53 %)	-

#### 4.2.4 Sammanfattning av körningarna med kommunalt avfallsvatten

Det kommunala avfallsvattnet är till sina egenskaper kanske det mest kända och bäst undersökta, vilket också återspeglades i dessa körningar. Den kemiska behandlingsprocessen var från början s.g.s. helt klar och den största arbetsinsatsen kunde därför förläggas till undersökningen av olika parametrar i BASE.

Vad reningsresultaten beträffar kan man säga, att dessa motsvarar

ungefär de resultat som erhålls ifall en optimal kemisk rening av kommunalt vatten utförs med konventionell apparatur av idag. Uppehållstiden i BASE (totalt: kemikaliebehandling + flockning + sedimentation) var emellertid vid totalkapaciteten 55 l/min = 7 minuter, vilket är ungefär 5 - 20 % av uppehållstiden i motsvarande, ibrukvarande apparatur. Dessutom bör i detta sammanhang understrykas att 55 l/min inte alls var någon maximal kapacitet för BASE, utan enbart inmatningspumpens (och vattenledningens) totalkapacitet, varför en ytterligare sänkning av uppehållstiden från 7 minuter måste anses vara en mycket realistisk möjlighet.

#### 4.3 Rening av pappersindustrins avfallsvatten

##### 4.3.1 Rening av barkeriavfallsvatten

Inom ramen för denna försöksserie utfördes tre körningar med 5 m<sup>3</sup> avfallsvatten från Voikka (Kymmene AB) per gång. Att vattnet transporterades så lång väg, berodde på att Voikka bruks avfallsvatten redan tidigare vid ett par tillfällen undersökts och därför var åtminstone relativt välkända /1/.

Vid de aktuella körningarna användes kalk (310 mg/l) som huvudkemikalie. Finnferri doserades motsvarande 30 - 50 mg Fe/l och polyelektrolyter tillsattes 1 - 2 mg/l. Den första körningen utfördes med en totalbelastning på 43 l/min (tabell 3) och vid den andra körningen uppnåddes den maximala pumpkapaciteten = 60 l/min (tabell 4). Resultaten har även sammanställts i diagramform i bild 11.

Resultaten visar att FP-reduktionen vid användandet av ifrågavarande kemiska metoder och BASE var god. En grovsilning av vattnet måste av pumptekniska skäl också utföras i samband med dessa försök, varför en viss FP-förlust i det inkommande vattnet säkerligen får tillskrivas denna enhetsoperation. Det utgående klarvattnet var verkligen "klart" (jfr. grumlighetsanalysen) dvs. suspenderade kolloidala och halvkolloidala partiklar hade effektivt avlägsnats, vilket också

Tabell 3. Rening av Voikka bruks barkeriavfallsvatten (43 l/min) med kalk, Finnferri och polyelektrolyter i BASE. De utgående vattnens reduktionsprocenter ges inom parentes.

KEMIKAlier		kalk = 310 mg/l Finnferri = 30 - 50 mg Fe/l Praestol = 1 mg/l	
ANALYSER	INKOMMANDE	UTGÅENDE KLARVATTEN	UTGÅENDE SLAM- VATTEN
pH	3,9	11,3 - 11,5	11,3 - 11,5
KMnO <sub>4</sub> (mg/l)	1820	590 (68 %)	645 (65 %)
FP (mg/l)	264	47,0 (82 %)	47,0 (82 %)
Grumlighet (NTU)	1600	24 (98 %)	13 (99 %)

Tabell 4. Rening av Voikkas barkeriavfallsvatten (60 l/min) med kalk, Finnferri och polyelektrolyter i BASE; de utgående vattnens reduktionsprocenter ges inom parentes.

KEMIKAlier		kalk = 310 mg/l Finnferri = 30 - 50 mg Fe/l Praestol = 1 mg/l	
ANALYSER	INKOMMANDE	UTGÅENDE KLARVATTEN	UTGÅENDE SLAM- VATTEN
pH	3,9	11,3 - 11,5	11,3 - 11,5
KMnO <sub>4</sub> (mg/l)	1820	695 (62 %)	662 (64 %)
FP (mg/l)	264	41,0 (85 %)	59,8 (78 %)
Grumlighet (NTU)	1600	22 (98 %)	14 (99 %)

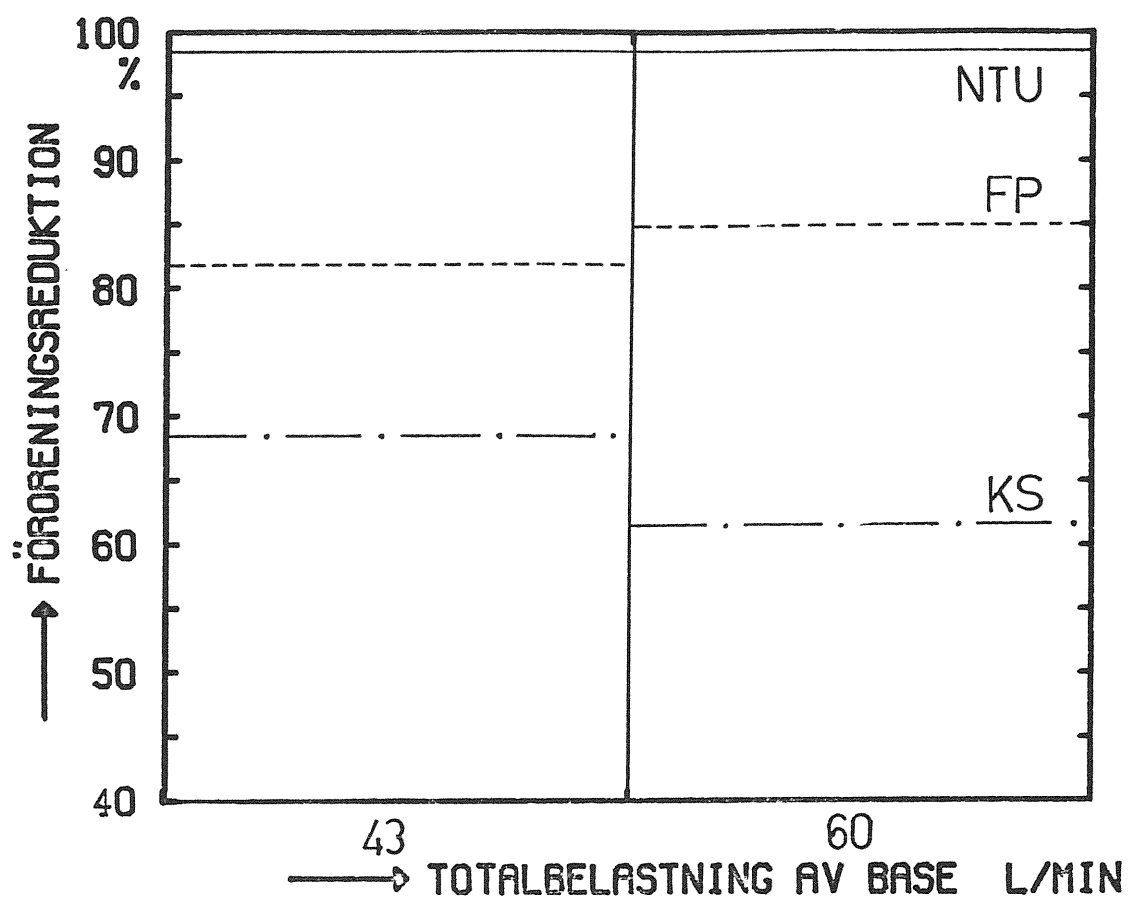


Bild 11. Sammanställning av resultaten vid körning av Voikka bruks barkeriavfallsvatten med kalk, Finnferri och polyelektrolyter vid BASE - belastningarna 43 och 60 l/min.

bestyrks av den förhållandevis höga KS-reduktionen. Vid den maximala belastningen (vad pumpkapaciteten beträffar) var vattnets medeluppehållstid i systemet c. 7 minuter. Det från BASE utkommande slammet hade FP-halter på 3300 - 3800 mg/l. En eftersedimentering av slammet i 10 minuter förtjockade detta till c. 10 000 mg/l.

#### 4.3.2 Rening av avfallsvatten från pappersbruk

Två körningar med 5 m<sup>3</sup> avfallsvatten från Voikka (Kymmene AB) per gång utfördes i mars 1975. Avfallsvattnet innehöll förutom "normalt" pappersbruksavfallsvatten också en del större sönderhackade fibrer, träbitar, etc. Detta berodde på att pappersbruksavfallsvattnet återfördes till barkeriet, varifrån det gick vidare till barkerivattnets sedimentationsbassäng. Härifrån togs provvattnet under sådana perioder då barkeriet inte var igång, men rester av barkerivattnets fasta partiklar kunde alltid spåras i provet.

Vid körningar med detta avfallsvatten användes samma kemikalier och samma principiella behandlingsmetoder som vid barkeriavfallsvattenkörningarna. Den erforderliga kemikaliemängden för bildning av en stabil flock var emellertid i detta sammanhang mindre. Förutom för försöken och en körning i samband med filmningen utfördes två längre körningar med totalbelastningarna 53 l/min (max. pumpbelastning) och 45 l/min. Orsaken till att den maximala pumpkapaciteten vid utförda försök varierade mellan 50 och 60 l/min berodde på att en grovsilning av pumptekniska skäl alltid måste utföras. Silytan var c. 1,5 m<sup>3</sup>, men trots detta lyckades man ej hålla den så ren att inte igensättningar skulle ha haft en viss inverkan på pumpkapaciteten och därmed också volymströmmen. Resultaten av de ovannämnda körningarna ges i tabellerna 5 och 6 och dessa har sammanställts i diagramform i bild 12.

#### 4.3.3 Sammanfattning av körningarna med pappersindustriavfallsvatten

En jämförelse av barkeriavfallsvattnet med pappersbruksavfallsvattnet

Tabell 5. Rening av Voikka pappersbruksavfallsvatten (53 l/min) med kalk, Finnferri och polyelektrolyter i BASE. De utgående vattnens reduktionsprocenter ges inom parentes.

KEMIKALIER		kalk = 200 mg/l Finnferri = 30 mg/l Praestol = 1 mg/l	
ANALYSER	INKOMMANDE	UTGÅENDE KLARVATTEN	UTGÅENDE SLAM- VATTEN
pH	7,1	11,3 - 11,5	11,3 - 11,5
KMnO <sub>4</sub> (mg/l)	1450	419 (71 %)	432 (70 %)
FP (mg/l)	193	54,8 (72 %)	84,0 (57 %)
Grumlighet (NTU)	1900	31,0 (98 %)	44,6 (98 %)

Tabell 6. Rening av Voikka pappersbruksavfallsvatten (45 l/min) med kalk, Finnferri och polyelektrolyter i BASE. De utgående vattnens reduktionsprocenter ges inom parentes.

KEMIKALIER		kalk = 200 mg/l Finnferri = 30 mg/l Praestol = 1 mg/l	
ANALYSER	INKOMMANDE	UTGÅENDE KLARVATTEN	UTGÅENDE SLAM- VATTEN
pH	7,1	11,3 - 11,5	11,3 - 11,5
KMnO <sub>4</sub> (mg/l)	1450	374 (74 %)	430 (70 %)
FP (mg/l)	193	56,8 (71 %)	50,4 (74 %)
Grundlighet (NTU)	1900	31,0 (98 %)	33,4 (98 %)

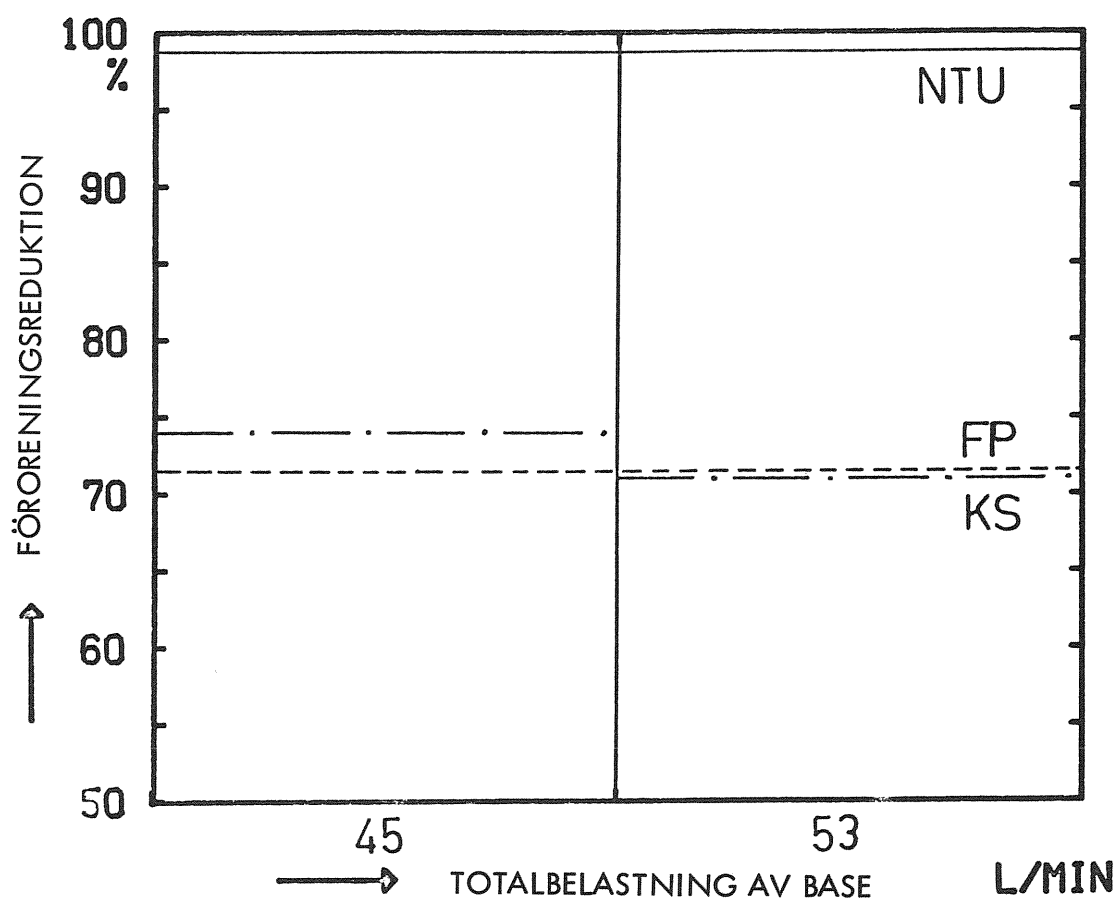


Bild 12. Sammanställning av resultaten vid körning av Voikka pappersbruksavfallsvatten med kalk, Finnferri och polyelektrolyter vid BASE - belastningarna 45 och 53 l/min.

(Voikka) visar, att det förra kräver mera kemikalier än det senare och att tiden för uppnående av fortfarighetstillstånd var längre för barkeriavfallsvattnet. Dock bör påpekas att fortfarighetstillstånd uppnåddes i båda fallen med BASE inom 30 minuter. Kapaciteten var den samma oberoende av vilken typs vatten som kördes och uppehållstiden i processen var c. 7 minuter. Upphållstiden begränsades såsom tidigare nämnts helt av pumpkapaciteten. Vad slamvattnet beträffar kan man konstatera, att det var av ungefär samma kvalitet som klarvattnet, varför slamvattnet egentligen också borde räknas som ett "klarvatten". Vid totalkapaciteter åtminstone upp till 60 l/min gäller då enligt de vid ovanstående försök gjorda erfarenheterna för både barkeri- och pappersavfallsvatten:

TOTALKAPACITETEN: A l/min

UTGÅENDE RENT VATTEN: 0,91 A l/min; innehållande FP c. 50 mg/l,  
syreförbrukande material c. 500 mg/l  
och en grumlighet på c. 20 NTU.

UTGÅENDE SLAM: 0,03 A l/min; innehållande c. 1 % FP efter 10  
minuters slamstabilisation.

UTGÅENDE REJEKT FRÅN

SLAMSTABILISATIONEN: 0,06 A l/min; innehållande ungefär samma  
föroreningshalter som det utgående renade  
vattnet.



## 5. SAMMANFATTNING AV BANDSEDIMENTATORFÖRSÖKEN OCH PRAKTISKA ANVÄNDNINGSMÖJLIGHETER FÖR EN APPARAT AV TYP BASE

Bandsedimentatorförsöken har visat att det åtminstone rent principiellt är möjligt att bygga upp en snabb och effektiv reningsprocess baserande sig på en användning av kemikalier för acceleration av flocknings- och sedimentationsförloppen. Under förutsättning att processen optimeras i avseende på den kemiska behandlingen och att en kort sedimentationsväg och en aktiv borttransport av slammet (av den typ som använts i Base) kan åstadkommas, är det möjligt att reducera behandlingstiden till en bråkdel av vad som anses vara "normalt" i konventionella sedimentationsbassänger av i dag, utan att man behöver göra avkall på varken reningsgrad eller driftsäkerhet.

En för dagens förhållanden och behov anpassad apparat i fullstor skala av denna typ, skulle otvivelaktigt ha stora användningsmöjligheter både inom industrin och på det kommunala planet:

- a) I kommunala avfallsvattensammanhang där det behövs en reningsmetod basera på direkt kemisk fällning av avfallsvatten (separat eller tillsammans med en biologisk enhet).
- b) Vid ombyggnad och förbättring av ibrukvarande biologiska avfallsvattenreningsverk för erhållande av bl.a. en effektivare fosforreduktion. I sådana sammanhang har man att välja mellan alternativen för- eller eftersedimentering. En försedimentering anses i allmänhet vara fördelaktigare ifall den biologiska enheten är överbelastad, med hydrotekniskt riktigt dimensionerad med avseende på den biologiska processen. En eftersedimentering åter är aktuell ifall det framför allt är fråga om att enbart höja fosforreduktionen och öka processens säkerhet.
- c) För sedimentation av bruksvattenslam och slam från biologiska enheter. Vid dylika processer (främst den senare) fordras längre uppehållstider, vilket naturligtvis bestäms av slammets karaktär från fall till fall.

- d) I industriella processer bl.a. där det är aktuellt med en återföring av det renade vattnet. På grund av att en apparat av BASE-typ är liten i förhållande till kapaciteten, kan den placeras i omedelbar närhet av den vattenkonsumerande och avfalls-vattenproducerande processen, varvid förutom en inbesparing av anläggningskostnaderna även en kraftig reducering av driftskostnaderna kan nås.

De på marknaden förefintliga lamell- och rörsedimentationsanläggningarna bygger också delvis på den principen att sedimentationsvägen förkortats genom att flocken får sedimentera på parallella snedställda plan. En av de största nackdelarna med dessa anläggningar är den överhängande faran för igensättning av spalterna, vilket förutsätter bl.a. en mycket effektiv mekanisk förbehandling av vattnet. Denna fara har helt eliminerats i BASE, eftersom sedimentet här aktivt transporteras bort från kanalen. Borttransporten kan ökas ifall belastningen (inkommande slammängd) ökar, vilket betyder att förhållandet slambädd/klarvattenskikt alltid hålls konstant och reningskapaciteten ökar lineärt med belastningen upp till den gräns, där turbulensfenomen hindrar en ytterligare belastningsökning. Det faktum, att vattnet i klarskiktet filtreras innan det tas ut ur processen, resulterar i att den begränsade mängd spridda flockar, som ibland kan finnas i klarvattenskiktet, härvid separeras och alltså i och för sig inte har någon nämnvärd inverkan på totalkapaciteten.

## 6. FÖRSLAG TILL APPARATIVA FÖRÄNDRINGAR OCH FORTSATT VERKSAMHET

Vad beträffar pilot-planten BASE:s detaljkonstruktioner hänvisas såsom tidigare nämnts till /2/ och /3/. Den version av bandsedimentatorn (bild 5) som använts vid dessa försök, har på intet sätt varit någon slutlig mekanisk lösning, utan enbart en produkt av delar som på enbegränsad tid och utgående från en fast budget s.g.s. helt med Institutionens egna krafter kunnat uppbringas, konstrueras och monteras. Vissa uppenbara brister har av dessa orsaker ej kunnat elimineras, vilket heller inte varit målet för denna undersökning. Följande "svaga punkter" (bör elimineras) fanns i BASE under försöksperioden:

### a) Bandframdrivningssystemet

Detaljkonstruktioner framgår av /2/. Drivsystemet är underdimensionerat (kugghjul tagna från en tvättmaskin) och klarar ej de belastningar som uppstår när t.ex. slamviran sugas mot undre suglådan vid större slamvattenströmmar. Likaså är framdrivningsmotorernas mekaniska utväxlingsmekanism (Heidolph omrörarmotorer) underdimensionerad för denna typs användning.

### b) Suglådorna

Suglådornas detaljutformning framgår av /3/. Dessa fungerade alldeles utmärkt, men friktionen mot lådkanten (speciellt undre viran) var trots både längs- och tvärgående stöd så stor, att virorna ibland slirade på valsarna. Detta begränsade slamvattenkapaciteten, såsom nämnts, till max. 10 l/min.

### c) pH-regleringen

Den automatiska on-off pH-regleringen gav onödigt stora pH-intervall (t.ex. 11,0 - 11,5: 5,8 - 7,0) och skulle ha fordrat en extra utjämningsbassäng, vilket dels förlänger uppehållstiden i processen,

dels försvårar flockhanteringen. Därför kördes pH-regleringen rent manuellt med hjälp av en steglöst variabel peristaltisk pump. Mycket snäva pH-intervaller och stabila värden erhöles på detta sätt (t.ex. 11,4 - 11,5; 5,8 - 6,2). En motsvarande PID-reglering av kalkdoseringen bör om möjligt skaffas eller utvecklas speciellt med tanke på små anläggningar.

#### d) Pumparna

Vattenpumparna av typen impulspumpar visade sig vara rätt känsliga för fasta partiklar och kapaciteten varierade kraftigt med halten av dessa. Detta torde dock inte vara något problem med tanke på den fortsatta verksamheten.

#### e) Virorna

Av praktiska skäl provades endast en viratyp (Tampereen Verkatehdas polyestervira S 1003). Det är troligt att någon annan kvalitet skulle ha varit ännu effektivare. Vissa problem att få virorna att hållas rakt på framdrivningsvalsarna har också förekommit, speciellt då rotationsriktningen ändrats.

Vad den fortsatta verksamheten beträffar kan till en början framhållas, att BASE-körningarna i stort sett får lov att betraktas som lyckade, men att brist på medel i detta skede satt stopp för en fortsatt försöksverksamhet. Det står emellertid också klart, att det knappast vore speciellt meningsfullt att fortsätta undersökningarna med BASE i dess nuvarande version. Ovannämnda mera väsentliga brister bör korrigeras samtidigt som vissa nya ideer kunde beaktas. Dessa omändringar är dock av så omfattande natur, att det knappast mera lönar sig att utgå från BASE. Byggandet av en ny pilot-plant som samtidigt skulle sträva till att förverkliga iden om att leda slammet ovanför vattenytan och sålunda ge helt andra torrsubstanshalter på detta samt beaktande av möjligheten att bygga flera kanaler ovanför varandra allt efter behovet av kapacitet (bild 13), borde med det snaraste inledas. En dylik pilot-plant kunde lämpligen ha

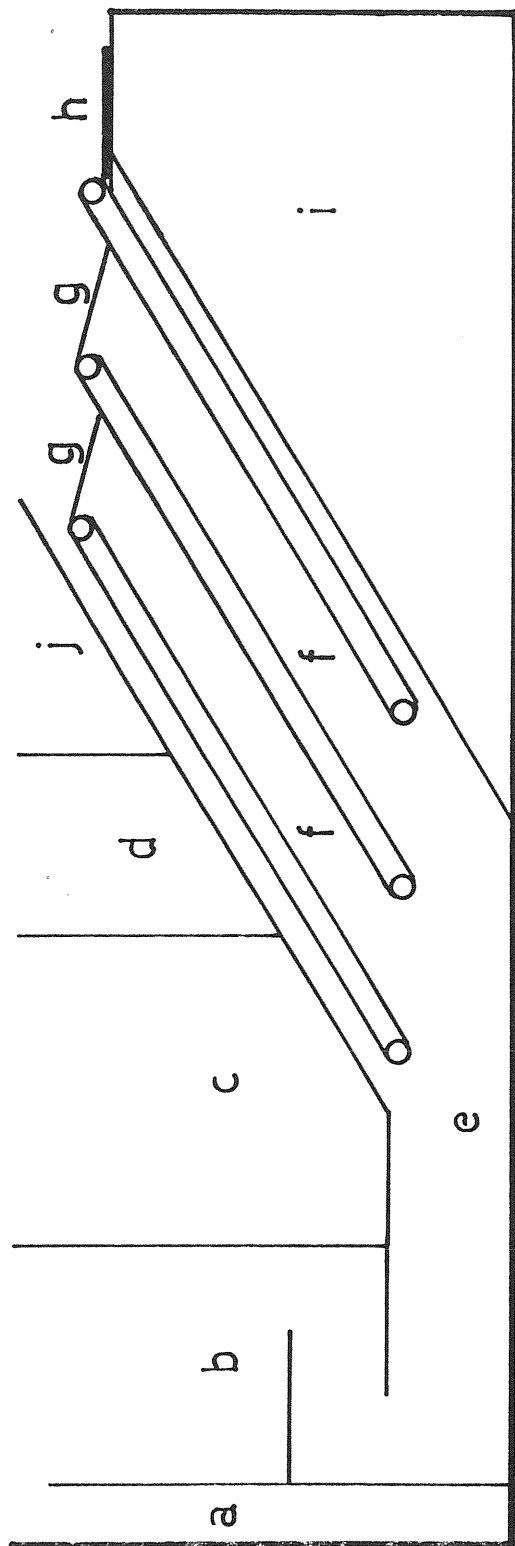


Bild 13. Modifierad version av BASE med snedställda kanaler för att leda slammet ovanför vattenytan:

- a = kemikalieinblandning
- b = flockningsenhet
- e = utjämningskanal
- f = flockningskanaler
- g = slamskrapor
- h = slamtransportör
- c,d,j = behållare för reningskemikalier
- i = utrymme för t.ex. slamuppsamling, etc.

två kanaler (tre band) och vara fast monterad i en container, vilket skulle göra det möjligt att flytta den från ort till ort allt efter som undersökningsobjekten varierar.

En mekaniskt intrimmad färdig apparat som kan transporteras till avfallsvattenkällan och som har tillräckligt stor kapacitet (100 - 200 l/min) skulle för det första relativt snabbt klarlägga bandsedimentatorns verkliga effektivitet, kapacitet och säkerhet under olika förhållanden samt i ett senare skede klargöra möjligheter till alternativa processutformningar och dimensioneringsparametrar. En dylik försöksserie på ort och ställe skulle sedermera också kunna utgöra en lämplig och adekvat grund för vattenmyndigheterna utlåtanden om ifrågavarande kommuns eller industris reningssystem.

## LITTERATURHÄNVISNINGAR

1. U. Nylund "Rening av olika typers avfallsvatten med kalk, polyelektrolyter och flygaska", Finlands Akademi, (1973)
- 2) K. Lehtonen "Konstruktion av en bandsedimentator", diplomarbete, Inst. för anläggningsteknik, Åbo Akademi, (1974)
- 3) B. Engström "Vidareutveckling och testning av en bandsedimentator för vattenrening", diplomarbete, Inst. för anläggningsteknik, Åbo Akademi, (1975)
- 4) J. Ahlbeck "Statistiska metoder vid processtekniska undersökningar", Inst. för anläggningsteknik, Åbo Akademi, (1974)







## YVY-julkaisusarja

1. Vesihuollon taloudellisuus
2. Vedenkulutuksen vaihtelut
3. Vesijohtoverkon toiminnan luotettavuus
4. Jätevedenpuhdistamojen allastilojen kattaminen
5. Ammoniakin poisto pohjavedestä
6. Teurastamojen ja lihanjalostuslaitosten jätevesikuormitus ja jätevesien käsittelymahdollisuudet
7. Maidonjalostusteollisuuden jätevesikuormitus ja jätevesien käsittelymahdollisuudet
8. Vesi- ja jätehuollon laitteiden julkinen testaus
9. Jätehuollon esimerkkisuunnitelman laatiminen keskisuurille kunnille
10. Yhdyskuntien jätehuollon nykytilanne ja tulevaisuuden näkymät
11. Menetelmä taajamien vesihuollon toteuttamisasteen ja kehityksen arvioimiseksi
12. Kaatopaikat 1974
13. Viemärlaitoksen systeemianalyysi
14. Vesihuollon edellyttämä vesistötutkimus
15. Jäteveden puhdistamojen hydraulikan ja dynamiikan tutkiminen merkkiainetekniikalla
16. Vedenjakelujärjestelmän toiminnallinen suunnittelu
17. Vedenjakelujärjestelmän simulointimalli
18. Bandsedimentator

ISBN 951-9250-67-0  
ISSN 0355-1997

KYRIIRI OY 4059  
Helsinki 1976